

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 浅沼 潔 同 左 フェロー会員 涌井 一
(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 鳥取 誠一 同 左 正会員 松本 信之

1. はじめに

従来の線路構造物における構造物境界は、構造物間の角折れ・目違いによりレールが屈曲したり、構造物間の線路方向相対変位が著しい場合は座屈するなど、線路システムの弱点の一つとなっている。フローティング・ラダー軌道は、高剛性の「複合レール」¹⁾を低支持バネ係数の防振装置（防振ゴム）で浮かせた構造（図-1）であり、構造物境界を跨ぐようにラダーマクラギを配置・敷設すれば、レールの屈曲・座屈は抑えられ、線路システムの強化に大きな効果をもたらすものと考えられる。この際、フローティング・ラダー軌道と構造物との温度変化に伴う線路方向拘束現象を適切に評価する必要がある。

このような観点から、本報ではロングレールの不動区間における等支間単純桁をとりあげて構造物境界を跨ぐようにラダーマクラギを配置したモデルによるシミュレーション解析を行い、ロングレール軸力、防振装置に作用する水平力およびラダーマクラギの縦梁に作用する引張軸力について検討を行った。

2. 解析概要

本解析は総研既開発の二次元非線形骨組構造解析プログラムを用いて行った。解析モデルを図-2 に示す。構造物の条件は、ロングレールの不動区間に等支間（支間20 m）の単純桁が連続（10 連）して配置

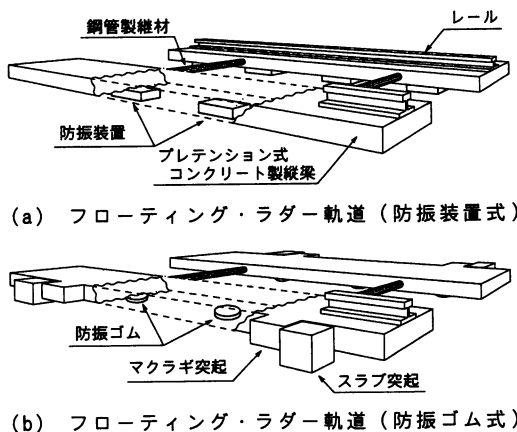


図-1 フローティング・ラダー軌道

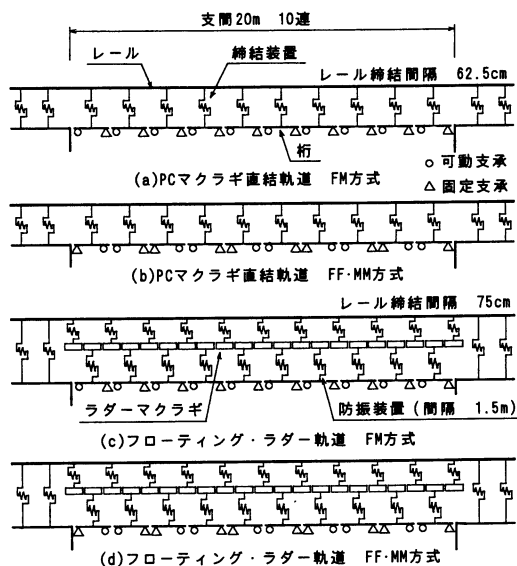


図-2 解析モデル

表-1 解析定数

部 材	弾性係数 (MPa)	断 面 積 (m^2)	断 面 二 次 モーメント(m^4)	熱膨張係数 ($1/^\circ C$)	温度変化 量 ($^\circ C$)
レール	2.06×10^5	6.43×10^{-3}	1.96×10^{-5}	1.14×10^{-5}	± 40
ラダーマクラギ	3.24×10^4	8.42×10^{-2}	2.41×10^{-4}	1.0×10^{-5}	± 20
桁	3.04×10^4	2.17	1.63	1.0×10^{-5}	± 15

(+)夏期(-)冬期

は PC マクラギ直結軌道とフローティング・

ラダー軌道の 2 種類とし、フローティング・ラダー軌道の場合はラダーマクラギが構造物境界を跨ぐように配置した。レールは 50kg レールとし、その締結間隔は実際の締結間隔に合わせて PC マクラギ直結軌道は 62.5cm、フローティング・ラダー軌道は 75cm とした。解析定数を表-1 に示す。防振装置の線路方向バネ定数は、196kN/cm{20tf/cm}を最大として、98kN/cm{10tf/cm}、49kN/cm{5tf/cm}、10kN/cm {1tf/cm} の 4 種類とした。

キーワード：フローティング・ラダー軌道，線路方向拘束現象，構造物境界，温度変化，複合レール

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 電話 (042) 573-7279 FAX (042) 573-7282

3. ロングレール軸力

ロングレール軸力の解析結果（夏期）を図-3 に示す。夏期に問題となるレール座屈については、フローティング・ラダー軌道におけるロングレール圧縮軸力の最大値はいずれの線路方向バネ定数の場合も 981kN {100tf} を大きく下回るため十分に安全である。また、フローティング・ラダー軌道のロングレール圧縮軸力は PC マクラギ直結軌道のそれに比べてやや小さい安全側の値を示す。冬期に問題となるレールの破断時開口量については、フローティング・ラダー軌道のロングレール引張軸力は前述の圧縮軸力と同様に PC マクラギ直結軌道のそれよりもやや小さい安全側の値を示す。このため、レールに対するふく進抵抗力が同等であればレールの破断時開口量は PC マクラギ直結軌道に比べて小さくなる。

以上の結果から、フローティング・ラダー軌道においてラダーマクラギを構造物境界を跨ぐように配置してもロングレール軸力は全く問題ないことがわかった。

4. 防振装置に作用する水平力

防振装置に作用する水平力の解析結果（夏期）を図-4 に示す。桁端部の防振装置に作用する水平力は、桁間の線路方向相対変位の影響により桁中間部よりも大きい値を示す。この傾向は 10 連の桁の中でほぼ一定であり、桁数の増加によって水平力が累加されることはない。

5. ラダーマクラギの縦梁に作用する引張軸力

ラダーマクラギの縦梁に作用する引張軸力の解析結果（冬期）を図-5 に示す。縦梁引張軸力はそれぞれの縦梁において放物線状に分布し、縦梁中央部で最大となる。この傾向は前述の防振装置に作用する水平力と同様に 10 連の桁の中でほぼ一定であり、桁数の増加によって縦梁軸力が累加されることはない。また、FF・MM 方式の桁端 MM 部は FM 方式桁端部に比べて桁間の線路方向相対変位が大きいため、縦梁引張軸力はそれよりも大きい値を示すが、最大 170kN 程度（マクラギ応力換算で 2MPa）程度であり、有効プレストレス（14 MPa）に比べて十分に小さい。

6. まとめ

等支間単純桁上のフローティング・ラダー軌道を対象としたシミュレーション解析結果から、構造物境界を跨ぐようにラダーマクラギを配置することは構造上全く問題ないことが明らかとなった。

参考文献

- 1) 涌井 一:ラダーマクラギの開発と線路構造物のシステムチェンジ, コンクリート工学, Vol.36, No.5, pp.8~16, 1998.5

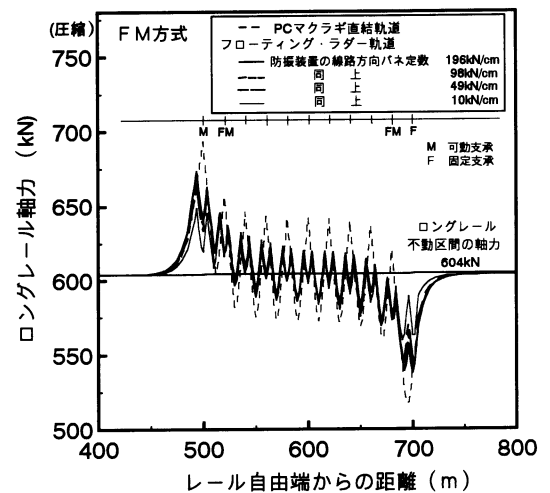


図-3 ロングレール軸力 (FM 方式)

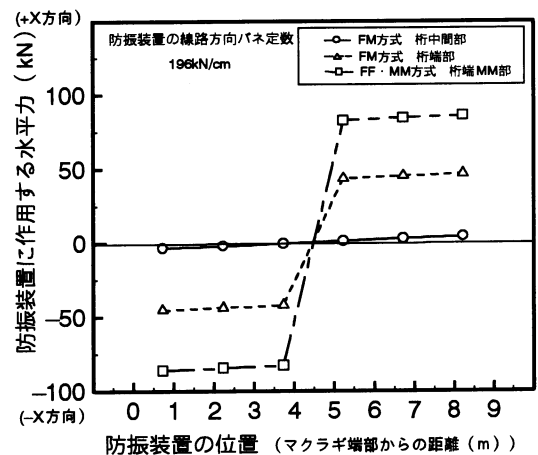


図-4 防振装置に作用する水平力

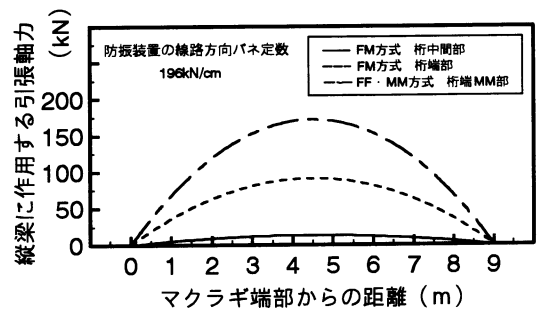


図-5 縦梁引張軸力 (FF・MM 方式 MM 部)